

## PERENCANAAN PONDASI BEBAN DINAMIS UNTUK KELOMPOK MESIN COMPRESSOR CNG MARINE GRESIK – JAWA TIMUR

CINDY RARA MERIS / 3113 105 055

Pembimbing : 1. Ir. SUWARNO, M.Eng, 2. Ir. ANANTA SIGIT S. MSc. PhD

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

### **Abstrak**

Pondasi mesin berfungsi sebagai penahan dan penyalur gaya berupa beban statis dan beban dinamis yang ditimbulkan oleh mesin yang ditopangnya tanpa menimbulkan kerusakan/gangguan pada bangunan di sekitarnya dan orang-orang yang bekerja di sekitarnya serta tidak mengalami penurunan yang signifikan. Selain frekuensi natural, dalam perencanaannya juga harus memperhatikan amplitudo getaran mesin pada frekuensi kerjanya. Sehingga dapat diketahui apakah ada kemungkinan terjadi resonansi getaran pada sistem tersebut dan juga respon yang terjadi baik pada struktur pondasi maupun pada tanah dasar.

Untuk perencanaan pondasi mesin *compressor* yang berlokasi di CNG MARINE Gresik–Jawa Timur, tugas akhir ini akan memberikan beberapa alternatif pondasi yang mampu menahan beban dinamis dan beban statis, dan diselesaikan dengan cara *Lumped Parameter System*. Perencanaan pondasi berupa pondasi tiang ukuran 20 cm x 20 cm dengan 1, 2 dan 4 kelompok mesin *compressor*.

**Kata kunci:** *Pondasi, Beban Dinamis, Amplitudo, Frekuensi*

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pondasi berfungsi sebagai penerus dan penyalur beban dari struktur atas ke lapisan tanah di bawahnya dan tidak mengakibatkan kerusakan maupun penurunan yang berarti.

Untuk mesin biasanya menggunakan pondasi tipe blok dan tipe meja (*table top*). Tiang pancang bisa di pakai jika tanahnya lepas atau lunak. Pondasi mesin pada umumnya mempunyai berat 2-3 kali lebih besar daripada berat mesin yang dipikulnya, sedangkan beban dinamis yang ditimbulkan oleh mesin, biasanya relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan beban statisnya. Akan tetapi, karena beban ini terjadi berulang-ulang dan dalam waktu yang cukup lama, maka dapat memungkinkan terjadinya kerusakan pada mesin itu sendiri, penurunan atau gangguan terhadap bangunan serta orang-orang di sekitarnya. Untuk itu, perlu dikontrol frekuensi dan amplitudo yang terjadi.

Untuk perencanaan pondasi mesin *Compressor* yang berlokasi di CNG MARINE Gresik–Jawa Timur, tugas akhir ini akan memberikan beberapa alternatif pondasi yang mampu menahan beban dinamis dan beban statis, dan diselesaikan dengan cara *Lumped Parameter System*.

Semoga tulisan ini dapat digunakan sebagai masukan atau referensi untuk perencanaan pondasi *Compressor* lainnya.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang ditemukan dalam perencanaan pondasi mesin *Compressor Type Galileo MX4 400-4-1500-14* ini adalah:

1. Bagaimana merencanakan pondasi mesin *Compressor* akibat pengaruh dari beban dinamis dan beban statis dengan alternatif pondasi sebagai berikut:
  - a. Satu kelompok pondasi terdiri dari satu pondasi mesin.
  - b. Satu kelompok pondasi terdiri dari dua pondasi mesin.
  - c. Satu kelompok pondasi terdiri dari empat pondasi mesin.

Dimana pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang ukuran 20 cm x 20 cm.

2. Bagaimana merencanakan pondasi mesin *compressor* agar setidaknya getaran yang ditimbulkan tidak mengganggu manusia di dekatnya (*Easily Noticeable to Person*) atau (*<Troublesome*).
3. Berapa besar anggaran biaya untuk masing-masing alternatif pondasi mesin agar memenuhi kriteria perencanaan.

### **1.3 Maksud dan Tujuan**

Dari permasalahan diatas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Merencanakan pondasi mesin *Compressor* akibat pengaruh dari beban dinamis dan beban statis dengan alternatif pondasi sebagai berikut:
  - a. Satu kelompok pondasi terdiri dari satu pondasi mesin.
  - b. Satu kelompok pondasi terdiri dari dua pondasi mesin.
  - c. Satu kelompok pondasi terdiri dari empat pondasi mesin.

Dimana pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang ukuran 20 cm x 20 cm.

2. Merencanakan pondasi mesin *compressor* dimana setidaknya getaran yang ditimbulkan tidak mengganggu manusia di dekatnya (*Easily Noticeable to Person*) atau (*<Troublesome*).
3. Menghitung besar anggaran biaya untuk masing-masing alternatif pondasi mesin dan menentukan pondasi mesin yang paling efisien.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan dalam pembahasan Tugas Akhir ini adalah:

1. Pembahasan hanya dilakukan pada kasus pembangunan pondasi mesin *Compressor CNG MARINE PT PJB* yang berlokasi di Gresik-Jawa Timur.

2. Data tanah yang digunakan pada perhitungan daya dukung adalah data tanah yang sudah ada dan tidak membahas permasalahan dari tanah.
3. Perhitungan nilai amplitudo dan frekuensi pada pondasi mesin menggunakan metode *Lumped Parameter System* dan tidak membahas metode lain.
4. Untuk perencanaan, mesin diasumsikan bekerja secara serentak untuk masing-masing pondasi kelompok mesin.
5. Data mesin menggunakan data asli yang terlampir dalam lembar spesifikasi *Compressor Type Galileo MX4 400-4-1500-14*.
6. Tidak meninjau aspek pelaksanaan di lapangan.

### 1.5 Manfaat Penulisan

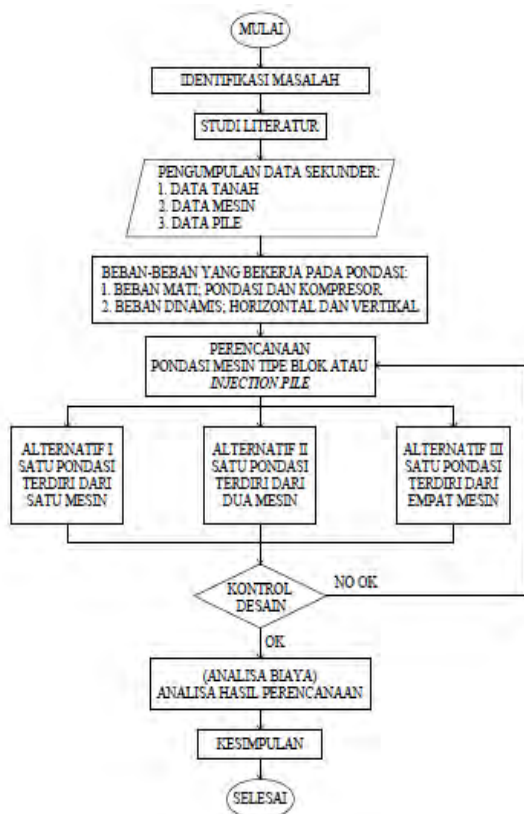
Tugas akhir ini diharapkan berguna sebagai masukan atau referensi untuk perencanaan pondasi *Compressor* lainnya.

### 1.6 Lokasi Studi

Lokasi studi berada di Proyek CNG MARINE PT PJB UP Gresik-Jawa Timur.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Diagram Alur Metodologi



## III. ANALISA

### 3.1 Data Mesin

Data mesin *Compressor Type Galileo MX4 400-4-1500-14*:

Kecepatan *compressor* = 1500 rpm  
 $f$  = 50 cps  
 Berat alat = 12 ton

Luas dasar 1 mesin:

Panjang = 6,946 m

Lebar = 2,612 m

### 3.2. Perencanaan Pondasi

Data pondasi:

Dimensi tiang = 20x20 cm

$$r_o = \sqrt{\frac{20 \cdot 20}{\pi}} = 11.284 \text{ cm}$$

Panjang tiang = 10 m

Kuat tekan ( $f_c'$ ) = 45 MPa

$$E_{\text{tiang}} = 4700 \sqrt{f_c'} = 29.725,41 \text{ Mpa}$$

$$A_{\text{tiang}} = 0,04 \text{ m}^2 = 40.000 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{tiang}} = \frac{1}{12} BH^3 = \frac{1}{12} 200 \cdot 200^3 = 133.333.333,3 \text{ mm}^4$$

Data tanah:

$$\gamma_{\text{sat}} (\text{tiang } l=10 \text{ m}) = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{soil}} / \gamma_{\text{tiang}} = 0,7$$

$$\gamma_{\text{tiang}} = \frac{20}{0,7} = 28,5714 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} (h=0,6 \text{ m}) = 1.695,8 \text{ kg/m}^2$$

Modulus geser yang mempengaruhi *pile cap*:

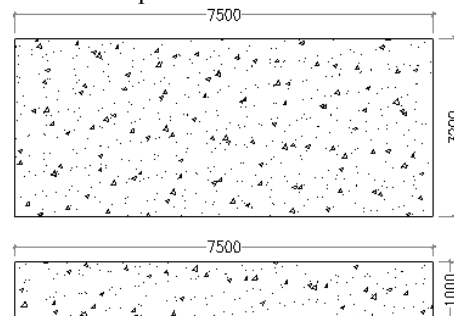
$$G_s = 24.529,401 \text{ kN/m}^2$$

Modulus geser yang mempengaruhi tiang:

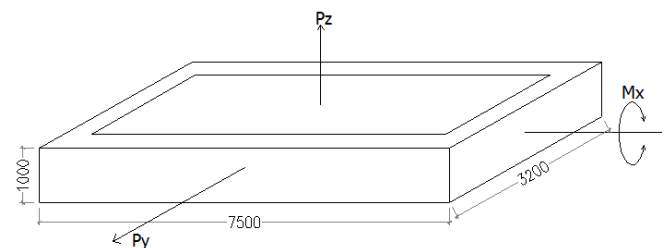
$$G_s = 103.456,751 \text{ kN/m}^2$$

Dimensi pondasi:

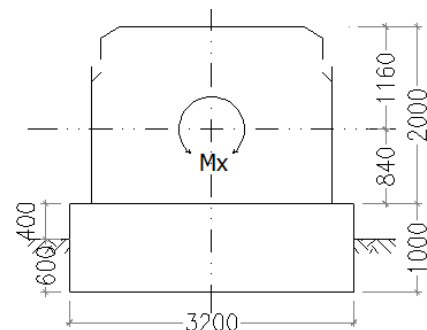
#### 1. Pondasi kelompok satu mesin



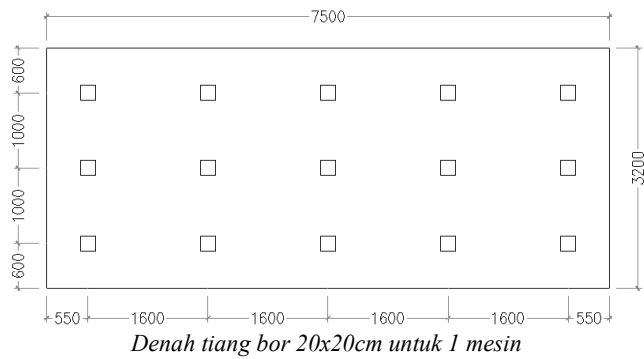
Sketsa pondasi untuk 1 mesin



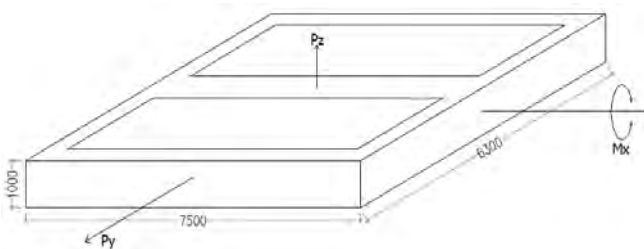
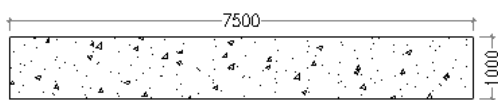
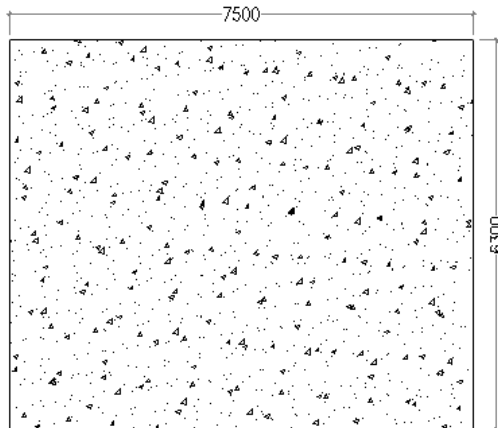
Letak gaya untuk pondasi 1 mesin



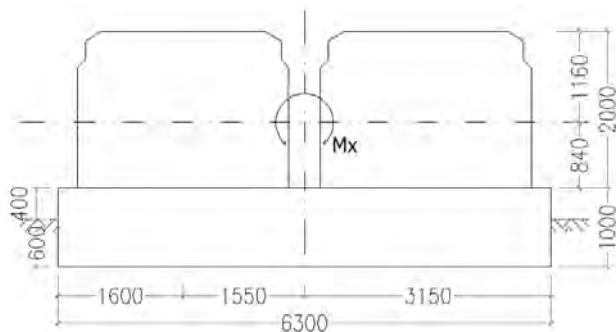
Letak gaya arah melintang untuk pondasi 1 mesin



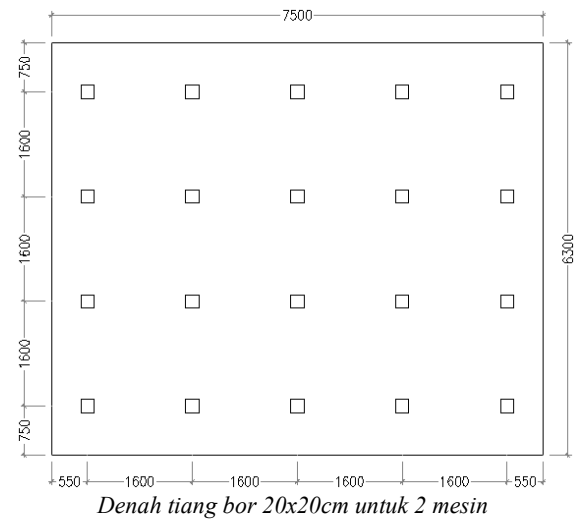
## 2. Pondasi kelompok dua mesin



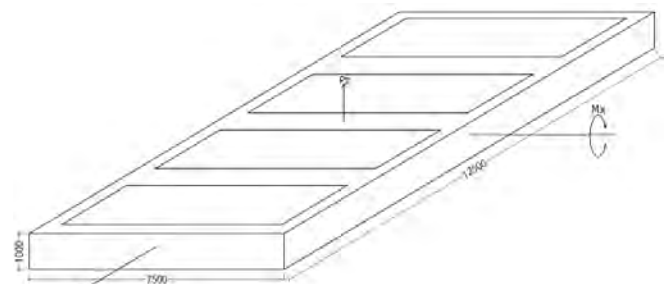
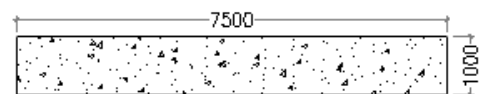
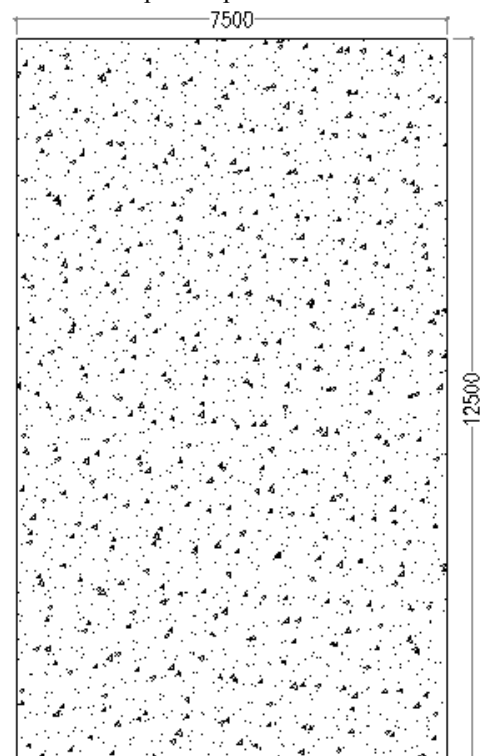
*Letak gaya untuk pondasi 2 mesin*



*Letak gaya arah melintang untuk pondasi 2 mesin*



## 3. Pondasi kelompok empat mesin



*Letak gaya untuk pondasi 4 mesin*

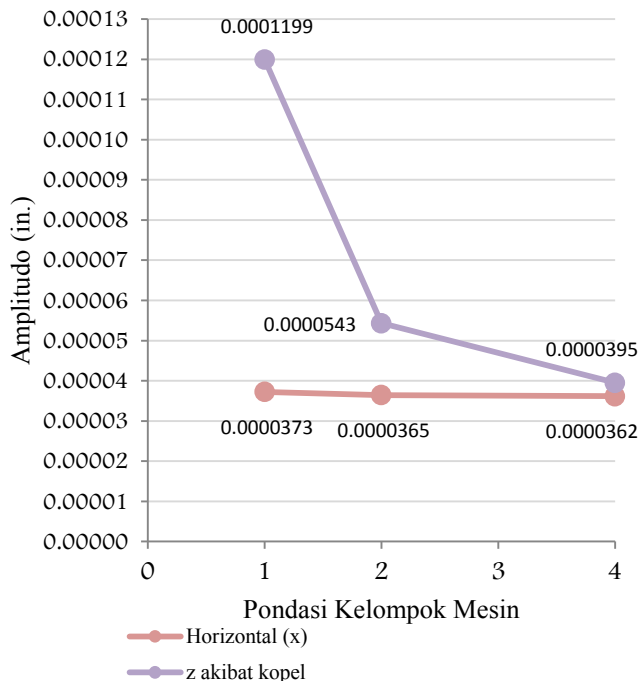


Pondasi kelompok 4 mesin:

No.	Parameter	Pondasi Kelompok 4 mesin				Kontrol	KET.
		Vertical (z)	Horizontal (x)	Rocking (φ)	Kopel Rocking+Horizontal (x+φ)		
1	Daya dukung Statis (ton)	0.129	0.263	7.217	7.217	< 50% Q <sub>ijin</sub> = 7.5 ton	OK
2	Daya dukung statis-dinamis (ton)			8.059		< 75% Q <sub>ijin</sub> = 11.3 ton	OK
3	Damping ratio (D)			0.736			
4	Frekuensi mesin (f <sub>m</sub> ) (cps)			50			
5	Frekuensi natural (f <sub>n</sub> ) (cps)	14.028	8.992	260.985			
6	Frekuensi resonansi (f <sub>res</sub> ) (cps)	13.791	8.346	imaginer			
7	Frekuensi rasio (r)	0.276	0.167	imaginer		< 0.8 atau > 1.2 atau imaginer	OK
8	Transmissibility factor (Tr)	3.564	5.561	0.192			
9	Transmitted force (F <sub>T</sub> ) (ton)	0.116	0.103	1.035			
10	Pembesaran dinamis (M)	0.284	0.252	2.539			
11	Displacement response (A) (inchi)	0.0000381	0.0000362	0.0000148		< 1.5 untuk vertikal Vertikal dan Rocking < Troublesome to Persons	OK
12	Velocity (v) (inchi/sec)	Barely Noticeable to Persons	No Faults	0.0000395		Horizontal < Foulty	OK
13	Kategori	Barely Noticeable to Persons	0.012	0.006		No Faults	OK
14	Keadaan Mesin	Barely Noticeable to Persons	0.011	0.005		Very Smooth	OK
15	Diection (K)	0.193	0.092	0.075		< Trouble to Persons	OK
16	Kategori	Not Affected	Not Affected	Not Affected		< Affected but Still Possible	OK

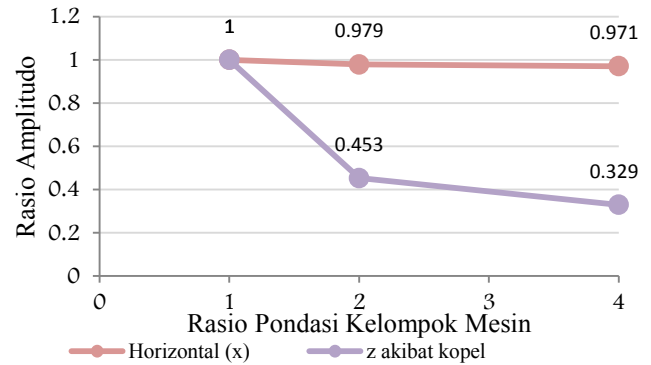
#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perencanaan pondasi *compressor*, maka nilai amplitudo yang paling mempengaruhi ditampilkan pada grafik sebagai berikut :



Grafik Hubungan Antara Pondasi Kelompok Mesin dan Amplitudo

Rasio amplitudo ditampilkan pada grafik sebagai berikut:



Grafik Hubungan Antara Rasio Pondasi Kelompok Mesin dan Rasio Amplitudo

Perbandingan rekapitulasi biaya pekerjaan untuk pekerjaan pondasi mesin *compressor* untuk ketiga alternatif disajikan dalam tabel sebagai berikut:

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	TOTAL (Rp.)
I	PEKERJAAN PONDASI KELOMPOK 1 MESIN	16	UNIT	183,767,000	2,940,272,000
II	PEKERJAAN PONDASI KELOMPOK 2 MESIN	8	UNIT	271,004,000	2,168,032,000
III	PEKERJAAN PONDASI KELOMPOK 4 MESIN	4	UNIT	474,850,000	1,899,400,000

Dari data tersebut, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin banyak kelompok mesin, maka nilai amplitudo semakin kecil atau rasio amplitudo berkurang semakin besar.
2. Semakin banyak kelompok mesin dipasangkan dalam satu pondasi, biaya pekerjaan yang dibutuhkan semakin rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sidharta, Ananta Sigit. 2013. "Buku Ajar Pondasi Beban Dinamis". Jurusan Teknik Sipil ITS.
- [2] Arya, Suresh C., Michael W. O'Neil, & George Pincus. 1979. *Design of Structures and Foundations for Vibrating Machine*. Texas. Gult Publishing Company.
- [3] Untung, Djoko. 2010. *Rekayasa Pondasi Tiang*. Jurusan Teknik Sipil ITS.
- [4] Untung, Djoko. 2011. *Rekayasa Pondasi Dangkal*. Jurusan Teknik Sipil ITS.
- [5] Irsyam, Masyur. 2004. "Catatan Kuliah Pondasi Dinamis". Departemen teknik Sipil ITB.
- [6] Sanglerat, Guy, Gilbert Olivari, & Bernard Cambou. 1989. "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi". Jakarta. Erlangga. Terjemahan oleh Ir. V. F. X. Kristanto, M.Eng.
- [7] Bowles, Joseph E. 1993. "Foundation Analysis and Design", fifth Edition. Jakarta. Erlangga. Terjemahan oleh Pantur Silaban.
- [8] Nakazawa, Kazuto. 2000. "Soil Mechanics And Foundation Engineering". Jakarta. Pertja. Terjemahan oleh Taulu.